

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-167329

(43)Date of publication of application : 20.06.2000

(51)Int.Cl.

B01D 46/00  
F01N 3/02

(21)Application number : 11-261930

(71)Applicant : IBIDEN CO LTD

(22)Date of filing : 16.09.1999

(72)Inventor : ONO KAZUSHIGE  
NINOMIYA TAKESHI  
TAOKA NORIYUKI  
KO SEISHIN  
KOMORI TERUO

(30)Priority

Priority number : 10277375  
10277376

Priority date : 30.09.1998  
30.09.1998

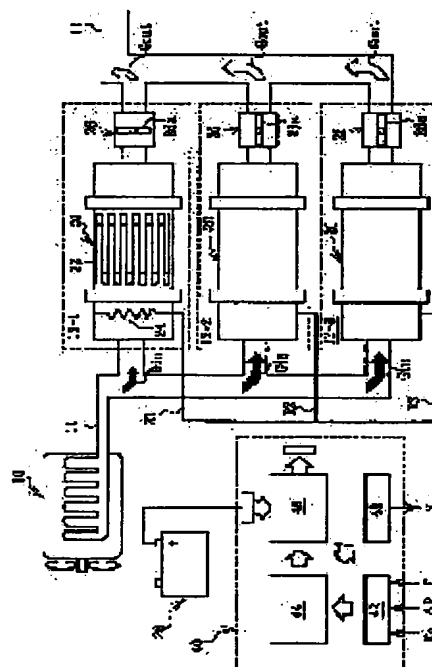
Priority country : JP  
JP

## (54) REGENERATION SYSTEM FOR EXHAUST GAS PURIFYING APPARATUS

(57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a regeneration system for an exhaust gas purifying apparatus for internal combustion engine using a fuel containing fuel additives by using an alternately cell-sealed honeycomb filter, having a fine cell structure and formed out of a porous silicon carbide sintered material having a high crack limit and excellent in the strength against heat stress, together with a heating means.

**SOLUTION:** When an SiC alternately cell-sealed filter 22 collecting particulates contained in exhaust gas  $G_{in}$  discharged from an engine 10 using fuel containing fuel additives is regenerated, only a regeneration unit 12-1 is operated and other units 12-2, 12-3 are held in a non-operation state. In this case, a heating means 24 is turned on by a controller 40 and the rear part on the gas outflow die of the SiC filter 22 is throttled and, as a result, the particulates accumulated on the filter in the regeneration unit 12-1 are incinerated while reacting with oxygen. During this period, the exhaust gas  $G_{in}$  is purified by the other units 12-2, 12-3. After the regeneration of the regeneration unit 12-1 is completed, the remaining regeneration units are successively regenerated in the same way.



\* NOTICES \*

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

---

CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1]In a reproducing system of an exhaust gas purifying facility characterized by comprising the following, Apply fuel containing fuel additive to said internal-combustion engine, and said honeycomb filter for exhaust gas purification, It is formed by a porous silicon carbide sintered compact, and the number of cells per unit square inch 100 or more pieces, A reproducing system of an exhaust gas purifying facility, wherein thickness of a cell wall is a mutual eye closure honeycomb filter which has the cellular structure of 0.43 mm or less and said filter heating means are either a heater and a glow plug.

An exhaust gas purifying facility provided with a honeycomb filter for exhaust gas purification which catches a particulate which it is arranged all over a flueway of an internal-combustion engine, and is contained in exhaust gas.

A filter heating means for reproducing this exhaust gas purifying facility.

[Claim 2]A reproducing system of the exhaust gas purifying facility according to claim 1, wherein said glow plug is a ceramic glow plug.

[Claim 3]A reproducing system of the exhaust gas purifying facility according to claim 1 or 2, wherein said honeycomb filters for exhaust gas purification are 1 of total cubic displacement [ in / in this whole filter product / said internal-combustion engine ] / four to twice.

---

[Translation done.]

## \* NOTICES \*

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention]When the fuel containing fuel additive for reducing the particulate in the reproducing system of an exhaust gas purifying facility, especially exhaust gas is used for this invention as fuel for internal-combustion engines, it is arranged all over the flueway of this internal-combustion engine, It is related with the reproducing system of the exhaust gas purifying facility which consists of an exhaust gas purifying facility provided with the honeycomb filter for exhaust gas purification which catches the particulate contained in said exhaust gas, and a filter heating means for reproducing this exhaust gas purifying facility.

[0002]

[Description of the Prior Art]In internal-combustion engines, such as a diesel power plant, exhaust gas contains a particulate (for example, unburned combustibles of soot or fuel). There are many discharges of a particulate [ the diesel power plant which uses gas oil as fuel especially, and the direct gasoline-injection engine which is spreading in recent years ]. For this reason, it is known to remove a particulate with the exhaust gas purifying facility which is arranged all over the flueway of said internal-combustion engine, and is provided with the honeycomb filter for exhaust gas purification.

[0003]Generally, as a honeycomb filter for exhaust gas purification, the cordierite filter 32 of honeycomb shape as shown in drawing 1 in a type section figure is used. In the conventional cordierite filter 32, two or more exhaust-gas-flow through-holes 33 prolonged in parallel with the longitudinal direction are formed, and these circulating holes 33 are closed by turns by the sealing member 33a at any 1 end by the side of the gas stream ON and discharge, and form a checker (mutual eye closure pattern).

[0004]As shown in drawing 1, if the exhaust gas  $G_{in}$  which came out of the diesel power plant (not shown) flows into the cordierite filter 32 from the flueway 11, as for a \*\* exception, the particulate contained in exhaust gas on the surface of the cell wall which constitutes the exhaust-gas-flow through-hole 33 will be carried out. Subsequently, exhaust gas  $G_{out}$  purified by passing through the inside of the cordierite filter 32 is again discharged outside a car through the flueway 11.

[0005]By the way, when the exhaust gas  $G_{in}$  passes the filter 32, it is also known to produce pressure loss  $\Delta P$ . Pressure loss  $\Delta P$  is expressed with a following formula (1).

$\Delta P = \Delta P_1 + \Delta P_2 + \Delta P_3 + \Delta P_4 \dots (1)$

$\Delta P_1$  : When flowing into the exhaust-gas-flow through-hole 33 from the flueway 11 and the opening part becomes narrow. Resistance  $\Delta P_2$  to produce : Resistance  $\Delta P_3$  produced when circulating the exhaust-gas-flow through-hole 33 : Resistance  $\Delta P_4$  produced when passing the wall of the exhaust-gas-flow through-hole 33 : Resistance produced when passing the particulate deposited on the surface of the exhaust-gas-flow through-hole 33 [0006]In this case, the resistance  $\Delta P_1$ ,  $\Delta P_2$ , and  $\Delta P_3$  are dependent on the cellular structure of the filter 32, respectively, and are constant value  $\Delta P_i$  by time progress, such as particulate deposition (" $\Delta P_1 + \Delta P_2 + \Delta P_3$ " is hereafter called "initial-pressure loss"). For this reason, most pressure loss  $\Delta P$  is determined by the resistance  $\Delta P_4$  produced when

passing the particulate deposited on the cell wall surface, and this resistance  $\Delta P_4$  usually becomes  $P_i$  2 to 3 times the value of initial-pressure loss  $\Delta P$ , after the particulate has accumulated.

[0007]Drawing 2 shows the cellular structure of a filter, and the relation between the typical specifications of a filter, geometric surface area, and a numerical aperture. Cellular structure  $C_s$  (mil/cpi) is expressed with the thickness  $d_c$  (mil = milli inch) of the cell wall over the number  $N_c$  (cpi = cells per square inch) of cells per square inch. The geometric surface area  $f_s$  ( $\text{cm}^2/\text{cm}^3$ ) is expressed with the area (filtration area) through which exhaust gas passes per unit volume. The thickness  $d_c$  of the cell wall is expressed with drawing 2 per mm.

[0008]Pressure loss  $\Delta P$  produced in the mutual eye closure honeycomb filter for exhaust gas purification becomes so small that the number  $N_c$  of cells and the geometric surface area  $f_s$  of a filter are large so that clearly from drawing 2. The numerical aperture  $\alpha$  (%) is the rate that the effective area product of all the gas stream through-holes occupies to a filter cross-section area, and according to drawing 2, the limit (crack limit) for not producing a crack becomes so large that the numerical aperture  $\alpha$  is small.

[0009]By the way, flexural strength  $S^*$  of the mechanical intensity of a filter, i.e., a filter, is almost equal to what multiplied the intensity of the filter which consists of porous materials by the below-mentioned relative density  $\rho^*$ . When the character of the porous material which constitutes a filter is expressed with the density  $\rho$  and the intensity  $S$ , flexural strength  $S^*$  of a filter and relative density  $\rho^*$  are expressed with the following formula (2) and (3).

$$\rho^* = \alpha \rho \quad \dots (2)$$

$$S^* = \rho^* \times S \quad \dots (3)$$

Therefore, flexural strength becomes high, so that the numerical aperture  $\alpha$  becomes small.

[0010]Reproduction of an exhaust gas clarifying filter is the following reaction formula (4).



Since it comes out, and it is carried out by burning a particulate so that it may be expressed, the intensity to the heat stress of this filter becomes important. When a filter consists of a charge of a ceramic material especially, the brittle fracture by heat stress is caused and a crack is produced. It is easy to generate this crack phenomenon, so that the quantity of heat  $Q$ , i.e., the particulate alimentation which should burn, generated at the time of reproduction increases.

Since the unburned combustibles of the fuel in the exhaust gas which constitutes a particulate are also organic compounds, they burn with heating of a filter. The crack limit of preventing generating of a crack phenomenon is proportional to the numerical aperture  $\alpha$  so that clearly also from drawing 2, and it is closely related also to the thickness  $d_c$  of a cell wall, and if it is the same numerical aperture  $\alpha$ , it will become so high that the thickness  $d_c$  of a cell wall is thick.

[0011]Therefore, a crack limit is large, the intensity to heat stress is high, and, as for an exhaust gas clarifying filter with the sufficient characteristic, it is preferred that the pressure loss of a filter forms with a small material.

[0012]In order to control the particulate generated amount in exhaust gas in recent years, for example, the fuel which contains fuel additive beforehand, and the device which trickles fuel additive into fuel are developed, and the use is increasing. There is an effect of preventing generation of soot etc. during combustion of fuel in such fuel additive.

[0013]However, even if it uses this fuel additive, in order that particulate generation cannot be controlled thoroughly but a particulate may generate in exhaust gas as a result, use of an exhaust gas clarifying filter is indispensable too.

[0014]

[Problem(s) to be Solved by the Invention]By the way, in conventional technology, the cordierite filter is adopted as a mutual eye closure honeycomb filter for exhaust gas purification. However, since a cordierite mutual eye closure honeycomb filter had low maximum service temperature, there was a problem that a particulate quantity which can be processed by the reproduction which is 1 time had a limit. In this case, since big pressure loss arises in a filter by the deposited

particulate, the combustor efficiency of an internal-combustion engine falls and fuel consumption gets worse.

[0015]Then, the art which reproduces an exhaust gas purifying facility is proposed by burning from the former the particulate deposited on the cordierite filter by the filter heating means. However, when burning at once a lot of particulates deposited on this filter, change of big pressure loss is produced depending on the heat transfer efficiency of a filter heating means, and displeasure is brought to a driver.

[0016]Pressure loss  $\Delta P$  (mmAq) produced when drawing 3 uses a cordierite filter as a mutual eye closure honeycomb filter for exhaust gas purification, and temperature  $T$  in this filter (it is the experimental data in which  $C$  was shown in time  $t$  (min).) Among drawing 3, by the case where the fuel containing fuel additive is burned, numerals  $P_0$  will begin to decrease bordering on time particulate deposition to be, if the temperature  $T$  rises with the rise of an engine speed value (engine load). Namely, temperature  $T_0 = 380$  (particulate combustion is started near  $C$  and reproduction of a filter is performed.)

[0017]On the other hand, by the case where the numerals  $P_n$  burn the fuel which does not contain fuel additive, even if the temperature  $T$  rises with the rise of an engine speed value (engine load), in proportion to particulate deposition, the pressure loss  $P_n$  of a honeycomb filter also goes up continuously. For this reason, combustion of the fuel containing fuel additive differs and is temperature  $T_n = 380$  (particulate combustion near  $C$  is not performed.). When using the fuel which does not contain fuel additive, generally a particulate combustion start temperature is  $T_n = 630$  (it is near  $C$ .).

[0018]For this reason, as a means to decrease the pressure loss produced in the mutual eye closure honeycomb filter for exhaust gas purification, With reference to drawing 2, the value of setting up cellular structure  $C_s$  of a cordierite filter finely  $N_c$  (cpi), i.e., the number of cells per unit square inch, is set up greatly, and it is possible to set up the value of the thickness  $d_c$  (mil) of a cell wall small.

[0019]However, there is a limit in making the cellular structure fine from a strong point over the original heat stress of cordierite in the conventional cordierite mutual eye closure honeycomb filter. For example, although the number  $N_c$  (cpi) of cells per unit square inch can also manufacture the thing exceeding 100 pieces in a cordierite honeycomb filter, When the cordierite mutual eye closure honeycomb filter which can burn efficiently a lot of particulates deposited on the cell wall is manufactured, The thickness  $d_c$  of the cell wall was unable for the number  $N_c$  (cpi) of cells to exceed 100 pieces, and to form the cellular structure of less than 17 mil (= 0.43 mm) from the problem of a crack limit.

[0020]In addition, when it is going to burn the deposited particulate only with exhaust gas temperature, in the city run which uses low speed running abundantly. Since it may not go up to the temperature which needs exhaust gas temperature for particulate combustion, the inconvenience that the cordierite mutual eye closure honeycomb filter for exhaust gas purification is thoroughly unreproducible arises.

[0021]Under the situation where it mentioned above, when the fuel containing fuel additive is used for the purpose of this invention as fuel for internal-combustion engines, By using the honeycomb filter for exhaust gas purification which consists of a porous-silicon-carbide sintered body excellent in intensity [ as opposed to / can set it as the fine cellular structure, and a crack limit is high, and / heat stress ] together with this filter heating means, It is arranged all over the flueway of an internal-combustion engine, and change of the pressure loss at the time of filter regeneration can be controlled small, and let the reproducing system of the exhaust gas purifying facility which enables reproduction of a filter also by the run state in which exhaust gas temperature does not rise easily be an offer plug.

[0022]

[Means for Solving the Problem]An exhaust gas purifying facility provided with a honeycomb filter for exhaust gas purification which catches a particulate which this invention is arranged all over a flueway of an internal-combustion engine, and is contained in exhaust gas in order to solve this technical problem, In a reproducing system of an exhaust gas purifying facility which consists of a filter heating means for reproducing this exhaust gas purifying facility, Apply fuel

containing fuel additive to said internal-combustion engine, and said honeycomb filter for exhaust gas purification, It is formed by a porous silicon carbide sintered compact, the numbers of cells per unit square inch are 100 or more pieces and a mutual eye closure honeycomb filter in which thickness of a cell wall has the cellular structure of 0.43 mm or less, and it is characterized by said filter heating means being either a heater and a glow plug.

[0023]In a good example of this invention, a ceramic glow plug is used as a glow plug.

[0024]In other good examples of this invention, honeycomb filters for exhaust gas purification are 1 of total cubic displacement [ in / in this whole filter product / said internal-combustion engine ] / four to twice.

[0025]In this invention, since it is the mutual eye closure SiC honeycomb filter formed by a porous silicon carbide sintered compact, compared with the conventional cordierite filter, its crack limit is high, and since a honeycomb filter for exhaust gas purification is excellent in intensity to heat stress, filter endurance is high [ a honeycomb filter ]. The number of cells per unit square inch a mutual eye closure SiC honeycomb filter 100 or more pieces, Since thickness of a cell wall has the cellular structure below 0.43 mm (=17 mil) and can make it fine compared with the conventional cordierite filter, pressure loss can be reduced and improvement in fuel consumption can be aimed at.

[0026]In a reproducing system of this invention, since a heater or a glow plug as a heating method of a SiC honeycomb filter for exhaust gas purification is arranged ahead of this filter within an exhaust gas purifying facility, Even when even a level which needs temperature of exhaust gas for particulate combustion does not go up an urban area during a run at a low speed, by heating a heater by this heating method, a particulate can be burned and reproduction of a filter can be attained thoroughly.

[0027]When using a glow plug, compared with use of a heater, an exhaust gas purifying facility can be made space-saving, and power consumption can be reduced. As a glow plug, there are a metal glow plug and a ceramic glow plug, for example. A ceramic glow plug has short time to reach to prescribed temperature with heating compared with a metal glow plug, and can make SACHIRETO temperature high. And compared with a metal glow plug, power consumption ends small, and endurance of a ceramic glow plug is also high. Therefore, reproduction of a more efficient filter is realizable by use of a ceramic glow plug compared with use of a heater and a metal glow plug.

[0028]In this invention, since the whole honeycomb filter product for exhaust gas purification is dependent on total cubic displacement of an internal-combustion engine, the whole above-mentioned product is set up 1 of total cubic displacement / four to twice. When the whole filter product is less than 1/4 time of total cubic displacement, sufficient filtration area cannot be secured, but pressure loss becomes large, and aggravation of fuel consumption becomes remarkable. On the other hand, it is difficult to arrange an exhaust gas purifying facility containing a filter all over a flueway, if a whole product exceeds the twice of total cubic displacement, Since the stage to acquire temperature with a refreshable filter for thermal capacity becoming large, delaying a reaction to exhaust gas temperature, and burning a particulate will be missed, it is not desirable.

[0029]

[Embodiment of the Invention]Hereafter, the embodiment of this invention is described in detail with reference to drawings. Drawing 4 shows a first embodiment of the reproducing system of the exhaust gas purifying facility adopted as the diesel engine automobile. The reproducing system of the example of a graphic display is a system for reproducing the exhaust gas purifying facility 20 which purifies the exhaust gas discharged from the diesel power plant 10 using gas oil containing an additive agent, It consists of three reproduction unit 12 -1,12-2 installed by branching in the middle of the flueway 11 from the engine 10, and 12-3. The exhaust gas purifying facility 20 in which each unit was provided with the honeycomb filter 22 for exhaust gas purification which consists of a porous silicon carbide sintered compact (SiC) which supported the catalyst for exhaust gas purification, It consists of the heating method 24 arranged ahead of the gas stream ON side edge of this SiC filter 22 in order to heat this SiC filter 22, and the flow control valve 26 arranged to the effluence-of-gas side of the SiC filter 22. A reproducing system

is provided with the control unit 40 which controls the electric power and the flow control valve 26 which are supplied to the heating method 24. It is connected to the mounted battery 28 and the control unit 40 controls independently the heating method 24 and the flow control valve 26. [0030] Pressure loss [ in / in the control unit 40 / engine speed value Ne (rpm) and the exhaust gas purifying facility 20 ] (the measured value of the temperature T in P (mmAq) and the exhaust gas purifying facility 20 with the input part 42 inputted.) CPU (central processing unit) 44 which carries out data processing of the output signal from the input part 42 in order to control operation of the heating method 24 and the flow control valve 26, It consists of the heating method \*\*\*\* control section 46 which operates the heating method 24 based on the arithmetic processing result of CPU44, and the outputting part 48 which extracts the flow control valve 26 and operates a position (refer to the position of the valve element 26a of the reproduction unit 12-1 of drawing 5).

[0031] As shown in drawing 5, the heating method 24 is a spiral resistance heating heater arranged by predetermined \*\*\*\*\* from the gas stream ON side edge of the SiC filter 22. If it lets the exhaust gas from the engine 10 pass when the shape of the heater 24 is not limited to a whorl and has been arranged ahead of the SiC filter 22, the thing of any shape can be used for it. Although the kind in particular of heater is not limited, a sheath heater etc. can be used, for example.

[0032] Here, the honeycomb filter 22 for exhaust gas purification is explained in detail. Drawing 5 is a type section figure showing the first reproduction unit 12-1 among reproduction unit 12-1, 12-2 of three exhaust gas purifying facilities 2, and 12-3. As shown in drawing 5, the honeycomb filter 22 for exhaust gas purification consists of a porous-silicon-carbide (SiC) sintered compact of honeycomb structure. Two or more exhaust-gas-flow through-holes 23 prolonged in parallel with the longitudinal direction are formed in this SiC honeycomb filter 22, eye closure of the any 1 end by the side of the gas stream ON and discharge is carried out by turns by the sealing member 23a of a porous silicon carbide sintered compact, and these circulating holes 23 form a checker. That is, the honeycomb filter 22 for exhaust gas purification which consists of a porous-silicon-carbide sintered body is a SiC mutual eye closure honeycomb filter which has that of the cell wall thickness dc by the gas stream ON side edge and a gas discharge side edge (refer to drawing 6).

[0033] If the fuel containing fuel additive is used, as mentioned above, the detrimental constituent contained in exhaust gas will decrease, but it is not removed thoroughly. Therefore, it is preferred to make the wall surface of the exhaust-gas-flow through-hole 23 support the catalyst for exhaust gas purification, and to remove these detrimental constituents. As a catalyst for exhaust gas purification, publicly known various catalysts can be used conventionally. The SiC mutual eye closure honeycomb filter 22 is closely held in the casing of an exhaust gas purifying facility via the thermal insulation 23b provided in the peripheral face.

[0034] The SiC mutual eye closure honeycomb filter 22 in connection with this invention consists of a porous silicon carbide sintered compact of the honeycomb structure in which the number Nc of cells per unit square inch has 100 or more pieces, and the cell wall thickness dc has cellular structure Cs below 0.43 mm (= 17 mil). Specifically as a numerical value of more desirable cellular structure Cs (mil/cpi), Cs = 14/200, 12/200, 12/300, etc. are mentioned.

[0035] A second embodiment of the reproducing system of the exhaust gas purifying facility adopted as the diesel engine automobile has the same structure as a first embodiment except using the glow plug 34 as shown in drawing 7 instead of a resistance heating heater as the heating method 24. As the glow plug 34, there are two sorts of plugs as shown in drawing 7 (a) and 7 (b). Drawing 7 (a) is the ceramic glow plug 34a using the conductive ceramic 35 attached at the tip of a plug as a heating unit, and generates heat by energizing to the conductive ceramic 35. Drawing 7 (b) is the metal glow plug 34b using the exothermic coil 36 attached at the tip of a plug as a heating unit, and generates heat by energizing to the exothermic coil 36.

[0036] drawing 8 — the ceramic glow plug 34a and the metal glow plug 34b — it is the characteristic figure which compared each characteristic. In this case, SACHIRETO temperature shows the temperature in the state where the skin temperature of the glow plug was saturated again in the speed to which the heating unit skin temperature at the tip of a plug goes up quick

warming, i.e., the temperature which can burn at a stable temperature.

[0037]In the ceramic glow plug 34a, the tip surface temperature is 800 (in the metal glow plug 34b, it is 5.5 seconds to time to reach C being 3.5 seconds.) as quick warming so that clearly from drawing 8. The ceramic glow plug 34a of SACHIRETO temperature is 1100 (the metal glow plug 34b is 900 (as low as C) to being C). Power consumption becomes high with 55W by the metal glow plug 34b to the ceramic glow plug 34a being 36W. And when the life as the glow plug 34 is also converted into mileage, it is about 100,000 km in the metal glow plug 34b to the ceramic glow plug 34a being not less than about 200,000 km.

[0038]Therefore, when the ceramic glow plug 34a is compared with the metal glow plug 34b, the glow plug used as a heating method of a filter has the effective ceramic glow plug 34a compared with the metal glow plug 34b.

[0039]An operation of the embodiment of this invention is explained with reference to drawing 4 and 5 here. Although explained using the ceramic glow plug 34b as the heating method 24, even if it uses a heater and a metal glow plug, the same operation effect is obtained.

[0040]The exhaust gas Gin discharged from the diesel power plant 10 using gas oil containing fuel additive, If it flows into the SiC mutual eye closure honeycomb filter 22 where the amount of PAKYU rates contained in exhaust gas for use of this fuel additive is reduced, the particulate contained in exhaust gas will be filtered on the surface of the exhaust-gas-flow through-hole 23. Thereby, exhaust gas Gout purified by passing through the inside of the SiC mutual eye closure honeycomb filter 22 is again discharged outside a car via the flueway 11.

[0041]However, if a diesel power plant is operated over a long time, the particulate contained in exhaust gas will accumulate on the internal surface of each circulating hole 23 gradually. For this reason, it is required during operation of a diesel power plant to reproduce an exhaust gas purifying facility by heating the SiC honeycomb filter 22 for every specified time elapse.

[0042]Since there are each three flow control valves 26 of reproducing system 12-1,12-2 and 12-3 in the non-operating state which was open for free passage in the corresponding filter 22 during vehicle running, If it lets the exhaust gas Gin pass to the exhaust gas purifying facility 22, the particulate contained in this exhaust gas Gin will be filtered with the SiC honeycomb filter 22, and will accumulate gradually on the internal surface of the communicating hole 23 in this filter 22.

[0043]If a particulate is caught only the specified quantity, it will become difficult for the exhaust gas Gin to pass through the circulating hole 23, and the temperature of purge 20 inside will rise rapidly. If the temperature of purge 20 inside reaches a predetermined value in connection with this rise in heat, a particulate will react to the oxygen contained in the exhaust gas Gin, and will be incinerated. However, in the city run which uses low speed running abundantly, even the level which needs the temperature of exhaust gas for particulate combustion may not go up.

[0044]So, in the reproducing system concerning this invention, if caught over time a particulate to be, only the reproduction unit 12-1 will be operated among three reproduction unit 12-1,12-2 and 12-3, and other reproduction unit 12-2,12-3 will maintain a non-operating state. Namely, by the instructions from the control unit 40, turn ON the ceramic glow plug 34a via the circuit R1, and this heats the gas stream ON side side of the SiC honeycomb filter 22, and. The flow of the exhaust gas which operated the valve element 26a of the flow control valve 26 with the signal V from the outputting part 48, and passed this filter in the back by the side of the effluence of gas of the SiC honeycomb filter 22 is extracted. For this reason, within the reproduction unit 12-1, the exhaust gas Gin heated by the ceramic glow plug 34a passes through the inside of the SiC honeycomb filter 22 gently, The particulate caught by the SiC honeycomb filter 22 in the meantime reacts to the oxygen contained in exhaust gas, and is incinerated.

[0045]Exhaust gas is purified by the reproduction unit 12-2,12-3 [ remaining ], while controlling only the ceramic glow plug 34b and the flow control valve 26 by the control unit 40 and reproducing the SiC honeycomb filter 22 in the reproduction unit 12-1.

[0046]The reproduction unit 12-2,12-3 [ remaining ] is reproduced by the same method as the above by the instructions from the control unit 40 one by one after the end of reproduction of the reproduction unit 12-1, respectively. Therefore, since reproduction of reproduction unit 12-1,12-2 and 12-3 is separately performed one by one during a run of vehicles, it compares, when

suspending operation of vehicles and reproducing these reproduction units, and is far economical.

[0047]Next, the effect by having supported the oxidation catalyst to the wall surface of the exhaust-gas-flow through-hole 23 in the SiC honeycomb filter 22 is explained in detail.

[0048]Drawing 9 is a chart which shows a time period until the predetermined pressure loss by the existence of an oxidation catalyst arises as a catalyst for exhaust gas purification in an exhaust gas purifying facility. The regeneration period of the SiC filter 22 in pressure loss 3000mmAq which produces drawing 9 (a) when the 40-g particulate from which the diesel bus provided with the exhaust gas purifying facility which does not have an oxidation catalyst serves as a rule of thumb of a reproduction start by the case where usual carries out low speed running of the urban area is caught is 2 hours. On the other hand, the regeneration period on the basis of pressure loss 3000mmAq in the case where the exhaust gas purifying facility for which it has an oxidation catalyst is used for drawing 9 (b) and (c), In low speed running, such as an urban area as shown in drawing 9 (b), it is 4 hours, and is 8 hours in high speed operation, such as the suburbs and a toll road, as shown in drawing 9 (c).

[0049]Since the operation cycle of a reproducing system can be made late at the time of a run of vehicles when making the wall surface of the exhaust-gas-flow through-hole 23 in the SiC filter 22 support an oxidation catalyst so that clearly from these charts, It is effective in raising the endurance of the ceramic glow plug 34a and the flow control valve 26. As for the running mode of vehicles, a low speed and since [ being high-speed ] it is intermingled, it is usually desirable to carry out every 3 to 4 hours so that clearly [ the operation start cycle of a reproducing system ] from drawing 9 (b) and (c).

[0050]Pressure loss accompanying the time progress at the time of drawing 10 raising the temperature T of exhaust gas gradually using gas oil containing fuel additive (change of P is shown as compared with the SiC mutual eye closure honeycomb filter used for the exhaust gas purifying facility of this invention, and the conventional cordierite mutual eye closure honeycomb filter.) In this case, the curve Pc shows change of the pressure loss in the conventional cordierite mutual eye closure honeycomb filter which has 17/100 of cellular structure Cs (mil/cpi), The curve P1, P2, and P3 show change of the pressure loss in the SiC mutual eye closure honeycomb filter which has cellular structure Cs (mil/cpi) of 17/100, 14/200, and 12/300, respectively.

[0051]First, the same cellular structure as the SiC filter concerning this invention compares the conventional cordierite filter. If specified quantity prehension of the particulate contained in exhaust gas is carried out with this filter in the conventional cordierite filter, as the curve Pc of drawing 10 shows, Change of the pressure loss by particulate catching included in exhaust gas is about 380 (exhaust gas temperature Tc of C, i.e., pressure loss of 1750 or more mmAq, (it will be in an equilibrium situation by P.)). If even a predetermined level raises specified time elapse of after, and exhaust gas temperature Tc by an equilibrium situation and a particulate is burned, pressure loss will decrease greatly. The big change Pc of this pressure loss brings about a feeling unpleasant at the time of operation. Since pressure loss will carry out a rapid decrease with particulate rapid combustion if a driver breaks in an accelerator pedal and raises exhaust gas temperature T especially, engine rotation will go up in the situation which a driver does not expect.

[0052]In the SiC mutual eye closure honeycomb filter concerning this invention which has the same cellular structure as a cordierite filter. When a particulate is caught to the same quantity as a cordierite filter with this filter, as the curve P1 of drawing 10 shows, change of pressure loss is about 380 (the exhaust gas temperature T1 of C, i.e., pressure loss of 1250mmAq, (it will be in an equilibrium situation by P.)). Even if the exhaust gas temperature T1 is raised by the same method as the case of said cordierite filter to a predetermined level and it burns a particulate, change of pressure loss is small and does not bring about a feeling unpleasant at the time of operation.

[0053]Next, change of the pressure loss at the time of catching the particulate of the same quantity, when the cellular structure of a SiC filter is changed into 17/100 to 14/200 or 12/300 is about 380 (being exhaust gas temperature [ of C ] T pressure loss of about 950 mmAq(s) or

700mmAq (it will be in an equilibrium situation by P.)). That is, the value of an equilibrium pressure power loss becomes low, and change of pressure loss becomes small as cell wall thickness becomes thin and the number of cells increases.

[0054]The value of an equilibrium pressure power loss becomes small as a particulate quantity caught when change of pressure loss was in an equilibrium situation is the same also in any of the above-mentioned filter and the cellular structure of a filter becomes fine so that clearly from drawing 10. If exhaust gas temperature is raised and a particulate is burned, in all the above-mentioned filters, pressure loss will return to an identical level mostly within the same processing time. Change of pressure loss becomes small as the level of pressure loss becomes low. In order to raise fuel consumption from these things, it is preferred to use the filter which has the pressure loss of a low as a honeycomb filter for exhaust gas purification.

[0055]Drawing 11 shows the pore-size distribution in the cell wall in the SiC filter concerning a conventional cordierite filter and this invention. In this case, the solid line A corresponds to the cell wall of a SiC filter, and the dashed dotted line B corresponds to the cell wall of the conventional cordierite filter. A cordierite filter has a peak of abundance in two places with a side small [ a pore diameter ] and large, and a SiC filter has a sharp peak single as abundance so that clearly from drawing 11. This shows that it is the structure of having the pore-size distribution which is not uniform to a SiC filter being the structure of having an almost uniform pore diameter.

[0056]The internal structure of the cell wall in a SiC filter is shown in drawing 12 (a), and the internal structure of the cell wall in the conventional cordierite filter is shown in drawing 12 (b). The stoma h which has an almost uniform pore diameter is mutually open for free passage within the cell wall of a SiC filter, and tends to let fluids, such as exhaust gas, pass so that clearly from drawing 13 (a). In the conventional cordierite filter, as shown in drawing 13 (b), while the stoma h which has various pore diameters is mutually open for free passage within a cell wall, the stoma hc smaller than that of a diameter dimension exists independently in it.

[0057]The formula (1) (it contributes to the fall of P3 and is an initial-pressure loss (Pi is made small.) at all the rates of flow Va) which the stoma which was mutually open for free passage within this cell wall mentioned above in the state where the particulate has not accumulated yet on a cell wall in the case of the conventional cordierite mutual eye closure honeycomb filter. However, the particulate contained in this exhaust gas as exhaust gas passes through the inside of this filter gradually, By depositing on the surface portion of this cell wall in which the stoma which has a big pore diameter near the surface of a cell wall exists intensively, although the stoma which has a comparatively small pore diameter near the surface of a cell wall by that of a wrap contributes to the fall of pressure loss, this surface portion, Passage of the exhaust gas of a stoma portion with a big path covered by the particulate is barred, and pressure loss increases rapidly.

[0058]On the other hand, in the case of the SiC mutual eye closure honeycomb filter concerning this invention which has the same cellular structure as a cordierite filter, it is an initial-pressure loss (Pi is equivalent to a cordierite filter.). however, since the particulate contained in this exhaust gas accumulates uniformly over the whole surface of a cell wall when the size of the stoma which carried out the mutual free passage in the cell wall lets exhaust gas pass in this filter, since pore-size distribution is [ about 1 law ] uniform, The rapid increase [ as / in a cordierite filter ] in pressure loss is not produced. The value of pressure loss also becomes lower than the thing of a cordierite filter.

[0059]In one side, 33 mm and length to drawing 13 at 150 mm. The initial-pressure loss in the SiC mutual eye closure honeycomb filter which has cellular structure Cs (mil/cpi) of 17/100, 14/200, or 12/300 (Pi (mmAq) and 20 (a relation with the exhaust air rate of flow Va (m/sec) in the temperature of C-is shown.)) An initial-pressure loss is proportional to the exhaust air rate of flow supplied to a filter so that clearly from drawing 13. It falls as the value of an initial-pressure loss has the large number of cells and cell wall thickness becomes thin. Passage of the exhaust air in a filter becomes still easier as the value of an initial-pressure loss will become low, if it puts in another way. This is applied to the result shown in drawing 10. That is, change of pressure loss becomes small as the value of an initial-pressure loss becomes low.

[0060]The diameter of this filter at the time of catching the particulate contained in exhaust gas at drawing 14 with the SiC mutual eye closure honeycomb filter which has 14/200 of cellular structure Cs (mil/cpi) (pressure loss (progress of time shows the influence which it has on P.)) In this case, the curve P4 is a filter diameter (when it is 144 mm, the curve P5 is a filter diameter (when it is 165 mm, the curve P6 is a filter diameter (the case where it is 190 mm is shown.))). If the capacity of a filter becomes large so that clearly from drawing 14, pressure loss and its change can be made small.

[0061]As mentioned above, the whole filter product is decided by total cubic displacement of the internal-combustion engine to be used. In this invention, when the cellular structure of a filter is the same, it is preferred to set up the whole filter product 1 of the total cubic displacement of an internal-combustion engine / four to twice. It is pressure loss (P becomes large too much and aggravation of fuel consumption is remarkable.) so that clearly from drawing 14, when a whole product is less than 1/4 time of total cubic displacement. On the other hand, if a whole product exceeds the twice of total cubic displacement, pressure loss can be made small, but the whole exhaust gas purifying facility product containing a filter becomes large too much, and this device cannot be arranged in the flueway of an internal-combustion engine.

[0062]Drawing 15 is a graph which shows the relation between the oxygen density (%) in the exhaust gas for making recycling rate of this filter after prehension not less than 80% with a SiC mutual eye closure honeycomb filter for the particulate of the specified quantity (10 g/L), and particulate combustion temperature (\*\*). In this case, a SiC filter has cellular structure Cs (mil/cpi) =14/200, It is resurgent gas which has various oxygen densities as a substitute of exhaust gas 150 (it is the temperature of C, and it introduces at the 2.5 m/sec rate of flow, and the recycling rate of the filter by particulate combustion is investigated.) Here, recycling rate is the ratio x100 to the filter weight before resurgent gas introduction of the filter weight after resurgent gas introduction (%).

[0063]In drawing 15, the slash field of the curve a is the particulate deposited on the SiC filter at the time of using gas oil containing fuel additive for a diesel power plant a field more than 80 (%), and the recycling rate of the filter at the time of burning by the glow plug 34 the slash field of the curve b, The recycling rate of the filter at the time of burning with a heater the particulate deposited on the SiC filter at the time of using for a diesel power plant only the gas oil which does not contain fuel additive is a field more than 80 (%).

[0064]In order to attain the rate of SiC filter regeneration of not less than 80% when using only gas oil like conventional technology so that clearly from the curve b of drawing 15, Since not less than at least 15% is needed and a particulate is burned, the oxygen density in exhaust gas is a filter by a heater About 650 (it is necessary to heat more than C) On the other hand, in [ so that clearly from the curve a of drawing 15 ] this invention, Since gas oil containing fuel additive is used, in order to attain the rate of SiC filter regeneration of not less than 80%, Particulate combustion temperature is at least 150 (what is necessary is just C, and it is enough, if the oxygen density in exhaust gas is also compared with the curve b by use of a glow plug or a heater and heats a filter at a remarkable low temperature also with the low value of 3%).

[0065]Since a filter can be used with the conventional size according to the embodiment shown in drawing 4, without increasing the volume of a filter, especially the reproducing system of the exhaust gas purifying facility of the example of a graphic display is effective in vehicles with big displacement, for example, the bus of a 12-l. class, and a truck. However, although the branching structure which consists of three reproduction units explained the example of a graphic display, they may be the branching structure which arranged two reproduction units in parallel between the flueways 11 as shown in drawing 16 (a), and the structure where an independent reproduction unit intervenes between the flueways 11 as shown in drawing 16 (b).

[0066]The dichotomy structure of drawing 16 (a) is used for the truck of a 7-l. class, for example, and control of the reproducing system can be performed by the same method as the trifurcation structure mentioned above. Namely, by controlling each flow control valve 26 and glow plug 34 by the instructions from a control unit (not shown), While while opened the flow control valve 26 wide and the filter in a reproduction unit purifies exhaust gas, the filter in the reproduction unit of another side which closed the flow control valve 26 is heated by the glow

plug 34, and this filter is reproduced.

[0067] The independent structure of drawing 16 (b) is used for the passenger car of a 3-l. class, for example, and control of the reproducing system is performed only in ON of the glow plug 34, and OFF, without using a flow control valve, since it is the structure where purification and reproduction of exhaust gas are performed simultaneously.

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

**DESCRIPTION OF DRAWINGS**

---

**[Brief Description of the Drawings]**

[Drawing 1]It is a type section figure which illustrates the conventional mutual eye closure cordierite honeycomb filter for exhaust gas purification.

[Drawing 2]It is a graph which shows the cellular structure of a filter, and the relation between typical specifications, geometric surface area, and a numerical aperture.

[Drawing 3]It is the graph which showed the pressure loss produced when the existence of fuel additive is taken into consideration in the conventional mutual eye closure cordierite honeycomb filter for exhaust gas purification with the temperature in this filter, and the function of time.

[Drawing 4]It is a block diagram showing a first embodiment of the reproducing system of the exhaust gas purifying facility of this invention.

[Drawing 5]It is an important section sectional view of the reproducing system of this invention shown in drawing 4.

[Drawing 6](a) is a perspective view showing the SiC mutual eye closure honeycomb filter for exhaust gas purification of this invention. (b) is a partial front view of the SiC mutual eye closure honeycomb filter shown in drawing 6 (a).

[Drawing 7](a) is a diagram shown in the partial section of the ceramic glow plug used as a heating method. (b) is a diagram shown in the partial section of the metal glow plug used as a heating method.

[Drawing 8]It is the characteristic figure which compared the characteristic of a ceramic glow plug and each metal glow plug.

[Drawing 9]It is a chart which shows a time period until a specified pressure loss arises by the existence of the catalyst for exhaust gas purification in an exhaust gas purifying facility.

[Drawing 10]It is the graph which compared the pressure loss produced in the SiC mutual eye closure honeycomb filter at the time of using gas oil containing fuel additive with the pressure loss produced in a cordierite mutual eye closure filter.

[Drawing 11]It is a graph which shows the pore-size distribution in the cell wall in the SiC filter concerning a conventional cordierite filter and this invention.

[Drawing 12](a) is a type section figure showing the internal structure of the cell wall in the SiC filter concerning this invention. (b) is a type section figure showing the internal structure of the cell wall in the conventional cordierite filter.

[Drawing 13]It is a graph which shows the relation of the initial-pressure loss and the exhaust air rate of flow in a SiC mutual eye closure honeycomb filter.

[Drawing 14]It is a graph which shows the influence which it has on the pressure loss of the diameter  $\phi$  of the SiC mutual eye closure honeycomb filter at the time of using fuel additive content gas oil.

[Drawing 15]It is a graph which shows the relation between the oxygen density in the exhaust gas of an attaining [ compare this invention with conventional technology and ]-rate of filter regeneration of not less than 80% sake, and particulate combustion temperature.

[Drawing 16](a) is a mimetic diagram showing another embodiment of the reproducing system concerning this invention. (b) is a mimetic diagram showing other embodiments of the reproducing system concerning this invention.

## [Description of Notations]

11 Flueway  
20 Exhaust gas purifying facility  
22 SiC mutual eye closure honeycomb filter  
23 Exhaust-gas-flow through-hole  
23a Sealing member  
23b Thermal insulation  
24 Heating method  
34a Ceramic glow plug  
34b Metal glow plug  
32 Cordierite mutual eye closure honeycomb filter  
33 Exhaust-gas-flow through-hole  
33a Sealing member  
35 Conductive ceramic  
36 Exothermic coil  
40 Control unit  
42 Input part  
44 CPU  
46 Heater motion-control part  
48 Outputting part

---

[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2000-167329  
(P2000-167329A)

(43) 公開日 平成12年6月20日 (2000.6.20)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	ターマコード* (参考)
B 0 1 D 46/00	3 0 2	B 0 1 D 46/00	3 0 2
F 0 1 N 3/02	3 0 1	F 0 1 N 3/02	3 0 1 C
	3 4 1		3 4 1 H

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願平11-261930

(22) 出願日 平成11年9月16日 (1999.9.16)

(31) 優先権主張番号 特願平10-277375

(32) 優先日 平成10年9月30日 (1998.9.30)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(31) 優先権主張番号 特願平10-277376

(32) 優先日 平成10年9月30日 (1998.9.30)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000000158

イビデン株式会社

岐阜県大垣市神田町2丁目1番地

(72) 発明者 大野 一茂

岐阜県揖斐郡揖斐川町北方1の1 イビデン株式会社大垣北工場内

(72) 発明者 二宮 健

岐阜県揖斐郡揖斐川町北方1の1 イビデン株式会社大垣北工場内

(74) 代理人 100059258

弁理士 杉村 暁秀 (外2名)

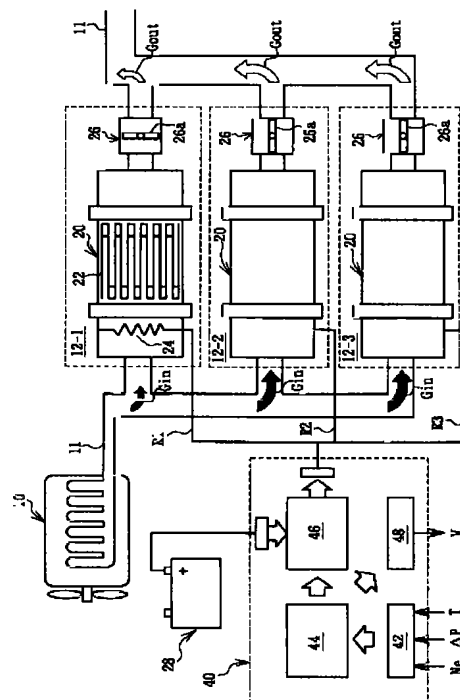
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 排気ガス浄化装置の再生システム

(57) 【要約】

【課題】 細かなセル構造に設定可能で、クラック限界が高く、熱応力に対する郷土に優れた多孔質炭化珪素焼結体で形成された交互目封止ハニカムフィルタを、フィルタ加熱手段と併用することにより、燃料添加剤を含有する燃料を用いる内燃機関用の排気ガス浄化装置の再生システムを提供する。

【解決手段】 燃料添加剤を含有する燃料を用いたエンジン10から放出された排気ガスGin中に含まれるパティキュレート捕捉したSiC交互目封止フィルタ22を再生する際、例えば、再生ユニット12-1のみを動作させ、他のユニット12-2、12-3は非動作状態を維持する。この場合、コントローラ40により加熱手段24をONにし、SiCフィルタ22のガス流出側の後方を絞り、これによって再生ユニット12-1内のフィルタに堆積したパティキュレートが酸素と反応しながら焼却される。この間、排気ガスGinは、他のユニット12-2、12-3によって浄化される。再生ユニット12-1の再生終了後、残りの再生ユニットが順次上記と同様な方法により再生される。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 内燃機関の排気通路中に配置され、排気ガス中に含有されるパティキュレートを捕捉する排気ガス浄化用ハニカムフィルタを具えた排気ガス浄化装置と、該排気ガス浄化装置を再生するためのフィルタ加熱手段とからなる排気ガス浄化装置の再生システムにおいて、

前記内燃機関に燃料添加剤を含有する燃料を適用し、前記排気ガス浄化用ハニカムフィルタが、多孔質炭化珪素焼結体で形成され、単位平方インチ当りのセル数が100個以上、セル壁の厚みが0.43mm以下のセル構造を有する交互目封止ハニカムフィルタであり、前記フィルタ加熱手段がヒータおよび予熱プラグのいずれかであることを特徴とする排気ガス浄化装置の再生システム。

【請求項2】 前記予熱プラグが、セラミック予熱プラグであることを特徴とする請求項1に記載の排気ガス浄化装置の再生システム。

【請求項3】 前記排気ガス浄化用ハニカムフィルタは、該フィルタの総体積が前記内燃機関における総排気量の1/4～2倍であることを特徴とする請求項1または2に記載の排気ガス浄化装置の再生システム。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、排気ガス浄化装置の再生システム、特に排気ガス中のパティキュレートを軽減するための燃料添加剤を含有する燃料を内燃機関用の燃料として用いた際に該内燃機関の排気通路中に配置され、前記排気ガス中に含有されるパティキュレートを捕捉する排気ガス浄化用ハニカムフィルタを具えた排気ガス浄化装置と、該排気ガス浄化装置を再生するためのフィルタ加熱手段とからなる排気ガス浄化装置の再生システムに関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】ディーゼルエンジン等の内燃機関において、排気ガスはパティキュレート（例えば、煤や燃料の未燃分）を含有する。特に、燃料として軽油を使用するディーゼルエンジンや、近年普及しつつある直接噴射式ガソリンエンジンでは、パティキュレートの排出量が多い。このため、前記内燃機関の排気通路中に配置され、排気ガス浄化用ハニカムフィルタを具える排気ガス浄化装置によりパティキュレートを除去することは既知である。

【0003】一般に、排気ガス浄化用ハニカムフィルタとしては、図1に模式断面図に示すようなハニカム形状のコーゼライトフィルタ32が用いられている。従来のコーゼライトフィルタ32においては、その長手方向に平行に延びる複数の排気ガス流通孔33が形成されており、これら流通孔33がそのガス流入側および排出側のいずれか一端で封止部材33aで交互に封止されて

市松模様（交互目封止模様）を形成する。

【0004】図1に示すように、ディーゼルエンジン（図示せず）から出た排気ガスGinは、排気通路11からコーゼライトフィルタ32に流入すると、排気ガス流通孔33を構成するセル壁の表面で排気ガス中に含まれるパティキュレートが汙別される。次いで、コーゼライトフィルタ32内を通過して浄化された排気ガスGoutは、再び排気通路11を経て車外に排出される。

【0005】ところで、排気ガスGinがフィルタ32を通過する際に圧力損失 $\Delta P$ を生じることも既知である。圧力損失 $\Delta P$ は次式（1）で表される。

$$\Delta P = \Delta P_1 + \Delta P_2 + \Delta P_3 + \Delta P_4 \quad \cdots (1)$$

$\Delta P_1$  : 排気通路11から排気ガス流通孔33に流入する際開口部分が狭くなることにより生じる抵抗

$\Delta P_2$  : 排気ガス流通孔33を流通する際に生じる抵抗

$\Delta P_3$  : 排気ガス流通孔33の壁を通過する際に生じる抵抗

$\Delta P_4$  : 排気ガス流通孔33の表面に堆積したパティキュレートを通過する際に生じる抵抗

【0006】この場合、抵抗 $\Delta P_1$ 、 $\Delta P_2$ 、 $\Delta P_3$ はそれぞれ、フィルタ32のセル構造に依存するものであって、パティキュレートの堆積など時間経過によらない一定値 $\Delta P_i$ （以下、「 $\Delta P_1 + \Delta P_2 + \Delta P_3$ 」を「初期圧力損失」という）である。このため、圧力損失 $\Delta P$ のほとんどは、セル壁表面に堆積したパティキュレートを通過する際に生じる抵抗 $\Delta P_4$ で決定され、この抵抗 $\Delta P_4$ は、パティキュレートが堆積した状態では通常、初期圧力損失 $\Delta P_i$ の2～3倍の値になる。

【0007】図2は、フィルタのセル構造と、フィルタの代表的な諸元、幾何学的表面積および開口率の関係を示したものである。セル構造Cs (mil/cpi)は、1平方インチ当りのセル数Nc (cpi = cells per square inch)に対するセル壁の厚さdc (mil = milli inch)で表され、また幾何学的表面積fs (cm<sup>2</sup>/cm<sup>3</sup>)は、単位体積当りに排気ガスが通り抜けられる面積（汙過面積）で表される。なお、図2では、セル壁の厚さdcをmm単位で表している。

【0008】図2から明らかなように、排気ガス浄化用交互目封止ハニカムフィルタに生じる圧力損失 $\Delta P$ は、フィルタのセル数Ncや幾何学的表面積fsが大きいほど小さくなる。また、開口率 $\alpha$  (%)は、フィルタ断面積に対して全ガス流通孔の開口面積が占める割合であって、図2によれば、クラックを生じさせないための限界（クラック限界）は開口率 $\alpha$ が小さいほど大きくなる。

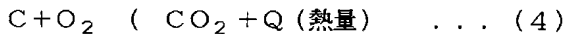
【0009】ところで、フィルタの機械的な強度、つまりフィルタの曲げ強度S\*は、多孔質材料よりなるフィルタの強度に後述の相対密度 $\rho^*$ を乗じたものにほぼ等しい。フィルタを構成する多孔質材料の性質を密度 $\rho$ と強度Sとで表すと、フィルタの曲げ強度S\*および相対密度 $\rho^*$ は、次式（2）、（3）で表される。

$$\rho^* = \alpha \times \rho \quad \dots (2)$$

$$S^* = \rho^* \times S \quad \dots (3)$$

従って、開口率 $\alpha$ が小さくなるほど、曲げ強度が高くなる。

【0010】また、排気ガス浄化用フィルタの再生は、次の反応式(4)



で表されるように、パティキュレートを燃焼させることにより行われるため、該フィルタの熱応力に対する強度が重要になる。特に、フィルタがセラミック材料よりなる場合、熱応力による脆性破壊を引き起こしてクラックを生じる。かかるクラック現象は、再生時に発生する熱量 $Q$ 、すなわち燃焼すべきパティキュレートの堆積量が多くなるほど発生しやすい。なお、パティキュレートを構成する排気ガス中の燃料の未燃分も、有機化合物であるため、フィルタの加熱により燃焼される。クラック現象の発生を防止するクラック限界は、図2からも明らかのように、開口率 $\alpha$ に比例すると共にセル壁の厚さ $d_c$ にも密接に関係し、同じ開口率 $\alpha$ であれば、セル壁の厚さ $d_c$ が厚いほど高くなる。

【0011】従って、特性の良い排気ガス浄化用フィルタとは、クラック限界が大きく、熱応力に対する強度が高く、フィルタの圧力損失が小さい材料で形成するのが好ましい。

【0012】近年、排気ガス中のパティキュレートの生成量を抑制するために、例えば、予め燃料添加剤を含有する燃料や、燃料添加剤を燃料に滴下する装置が開発され、その使用が増大しつつある。こうした燃料添加剤には、燃料の燃焼中に、煤などの生成を防止する効果がある。

【0013】しかし、かかる燃料添加剤を用いても、完全にパティキュレートの生成を抑制することはできず、結果として、排気ガス中にパティキュレートが生成するため、やはり排気ガス浄化用フィルタの使用は不可欠である。

【0014】

【発明が解決しようとする課題】ところで従来技術では、コーゼライトフィルタが排気ガス浄化用交互目封止ハニカムフィルタとして採用されている。しかしながら、コーゼライト交互目封止ハニカムフィルタは最高使用温度が低いため、一回の再生で処理できるパティキュレートの量に限界があるという問題があった。この場合、堆積したパティキュレートによってフィルタに大きな圧力損失が生じるため、内燃機関の燃焼効率が低下し燃費が悪化する。

【0015】そこで、従来から、フィルタ加熱手段によってコーゼライトフィルタに堆積したパティキュレートを燃焼することにより、排気ガス浄化装置を再生する技術が提案されている。しかし、該フィルタに堆積した多量のパティキュレートを一度に燃焼する際、フィルタ

加熱手段の熱伝達効率によっては大きな圧力損失の変動を生じ、運転者に不快感をもたらす。

【0016】図3は、排気ガス浄化用交互目封止ハニカムフィルタとしてコーゼライトフィルタを使用する場合に生じる圧力損失 $\Delta P$  (mmAq)と、該フィルタ内の温度 $T$  (°C)とを時間 $t$  (min)で示した実験データである。図3中、符号 $P_0$ は燃料添加剤を含有する燃料を燃焼する場合で、エンジン回転数(エンジン負荷)の上昇に伴ない温度 $T$ が上昇すると、パティキュレートの堆積がある時間を境にして減少し始める。即ち、温度 $T_0 = 380$  (°C)付近でパティキュレートの燃焼が開始され、フィルタの再生が行われる。

【0017】一方、符号 $P_n$ は燃料添加剤を含有しない燃料を燃焼する場合で、エンジン回転数(エンジン負荷)の上昇に伴ない温度 $T$ が上昇しても、パティキュレートの堆積に比例してハニカムフィルタの圧力損失 $P_n$ も継続的に上昇する。このため、燃料添加剤を含有する燃料の燃焼とは異なり、温度 $T_n = 380$  (°C)付近でのパティキュレートの燃焼は行われない。なお、燃料添加剤を含有しない燃料を使用する場合、パティキュレートの燃焼開始温度は一般に、 $T_n = 630$  (°C)付近である。

【0018】このため、排気ガス浄化用交互目封止ハニカムフィルタに生じる圧力損失を減少させる手段として、図2を参照し、コーゼライトフィルタのセル構造 $C_s$ を細かく設定すること、すなわち、単位平方インチ当りのセル数 $N_c$  (cpi)の値を大きく設定すると共に、セル壁の厚さ $d_c$  (mil)の値を小さく設定することが考えられる。

【0019】しかしながら、従来のコーゼライト交互目封止ハニカムフィルタでは、コーゼライト本来の熱応力に対する強度の点からセル構造を細かくするには限界がある。例えば、コーゼライトハニカムフィルタでは、単位平方インチ当りのセル数 $N_c$  (cpi)が100個を越えるものも製造可能であるが、セル壁に堆積した多量のパティキュレートを効率的に燃焼させることができるコーゼライト交互目封止ハニカムフィルタを製造する場合、クラック限界の問題から、セル数 $N_c$  (cpi)が100個を超え、セル壁の厚さ $d_c$ が17 mil (= 0.43 mm)未満のセル構造を形成することは不可能であった。

【0020】加えて、堆積したパティキュレートを排気ガス温度だけで燃焼させようとする場合、低速走行を多用する都市走行などでは、排気ガス温度がパティキュレートの燃焼に必要な温度まで上昇しないことがあるため、排気ガス浄化用のコーゼライト交互目封止ハニカムフィルタを完全に再生できないという不都合が生ずる。

【0021】上述した状況下で、本発明の目的は、燃料添加剤を含有する燃料を内燃機関用の燃料として用いる

際に、細かなセル構造に設定することができ、クラック限界が高く、熱応力に対する強度に優れた多孔質炭化珪素焼結体よりなる排気ガス浄化用ハニカムフィルタを該フィルタ加熱手段と一緒に用いることにより、内燃機関の排気通路中に配置され、フィルタ再生時の圧力損失の変動を小さく抑制することができ、排気ガス温度の上昇し難い走行状態でもフィルタの再生を可能にする排気ガス浄化装置の再生システムを提供せんとするものである。

#### 【0022】

【課題を解決するための手段】この課題を解決するため、本発明は、内燃機関の排気通路中に配置され、排気ガス中に含有されるパティキュレートを捕捉する排気ガス浄化用ハニカムフィルタを具えた排気ガス浄化装置と、該排気ガス浄化装置を再生するためのフィルタ加熱手段とからなる排気ガス浄化装置の再生システムにおいて、前記内燃機関に燃料添加剤を含有する燃料を適用し、前記排気ガス浄化用ハニカムフィルタが、多孔質炭化珪素焼結体で形成され、単位平方インチ当りのセル数が100個以上、セル壁の厚みが0.43mm以下のセル構造を有する交互目封止ハニカムフィルタであり、前記フィルタ加熱手段がヒータおよび予熱プラグのいずれかであることを特徴とする。

【0023】本発明の好適例においては、予熱プラグとしてセラミック予熱プラグを用いる。

【0024】本発明の他の好適例において、排気ガス浄化用ハニカムフィルタは、該フィルタの総体積が前記内燃機関における総排気量の1/4～2倍である。

【0025】本発明において、排気ガス浄化用ハニカムフィルタは多孔質炭化珪素焼結体で形成された交互目封止SiCハニカムフィルタであるから、従来のコーゼライトフィルタに比べてクラック限界が高く、熱応力に対する強度に優れるので、フィルタ耐久性が高い。また交互目封止SiCハニカムフィルタは、単位平方インチ当りのセル数が100個以上、セル壁の厚みが0.43mm(=17mil)以下のセル構造を有し、従来のコーゼライトフィルタに比べて細かくすることができるので、圧力損失を減じて燃費の向上を図ることができる。

【0026】また、本発明の再生システムにおいては、排気ガス浄化用SiCハニカムフィルタの加熱手段としてのヒータまたは予熱プラグを排気ガス浄化装置内で該フィルタの前方に配置するので、市街地を低速で走行中に排気ガスの温度がパティキュレートの燃焼に必要なレベルまで上昇しない場合でも、かかる加熱手段によりヒータを加熱することによりパティキュレートを燃焼させることができ、フィルタの再生を完全に達成することができる。

【0027】予熱プラグを使用する場合、ヒータの使用に比べ排気ガス浄化装置を省スペース化し、消費電力を減ずることができる。予熱プラグとしては、例えば、金

属予熱プラグとセラミック予熱プラグとがある。セラミック予熱プラグは、金属予熱プラグに比べて、加熱により所定温度まで達する時間が短く、サチレート温度を高くすることができる。しかも、セラミック予熱プラグは金属予熱プラグに比べて消費電力が小さく済み、耐久性も高い。従って、より効率的なフィルタの再生を、ヒータおよび金属予熱プラグの使用に比べてセラミック予熱プラグの使用により実現することができる。

【0028】本発明において、排気ガス浄化用ハニカムフィルタの総体積が内燃機関の総排気量に依存するので、上記総体積を総排気量の1/4～2倍に設定する。フィルタの総体積が総排気量の1/4倍未満の場合、十分な濾過面積を確保することができず、圧力損失が大きくなって燃費の悪化が著しくなる。一方、総体積が総排気量の2倍を超えると、フィルタを含む排気ガス浄化装置を排気通路中に配置するのが困難で、また熱的容量が大きくなって排気ガス温度に対する反応を遅延させてパティキュレートを燃焼させるためのフィルタの再生可能な温度を得る時期を逸することになるので好ましくない。

#### 【0029】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施形態を図面を参照して詳細に説明する。図4は、ディーゼル自動車に採用した排気ガス浄化装置の再生システムの第一実施形態を示す。図示例の再生システムは、添加剤を含有する軽油を用いるディーゼルエンジン10から排出された排気ガスを浄化する排気ガス浄化装置20を再生するためのシステムで、エンジン10からの排気通路11の途中に分岐して設置された3個の再生ユニット12-1、12-2、12-3からなる。各ユニットは、排気ガス浄化用触媒を担持した多孔質炭化珪素焼結体(SiC)よりなる排気ガス浄化用ハニカムフィルタ22を具えた排気ガス浄化装置20と、このSiCフィルタ22を加熱するために該SiCフィルタ22のガス流入側端面の前方に配置した加熱手段24と、SiCフィルタ22のガス流出側に配置した流量調整弁26とからなる。さらに、再生システムは加熱手段24に供給する電力および流量調整弁26を制御するコントロールユニット40を具える。コントロールユニット40は車載のバッテリー28に接続され、加熱手段24および流量調整弁26を独立に制御する。

【0030】コントロールユニット40は、エンジン回転数Ne(rpm)、排気ガス浄化装置20における圧力損失(P(mmAq))、排気ガス浄化装置20内の温度Tの測定値が入力される入力部42と、加熱手段24および流量調整弁26の動作を制御するために入力部42からの出力信号を演算処理するCPU(中央演算処理装置)44と、CPU44での演算処理結果に基づいて加熱手段24を動作させる加熱手段駆動制御部46と、流量調整弁26を絞り位置(図5の再生ユニット12-1

1の弁体26aの位置参照)に動作させる出力部48とからなる。

【0031】図5に示すように、加熱手段24は、SiCフィルタ22のガス流入側端面から所定の離間隔で配置された渦巻き状の抵抗加熱ヒータである。ヒータ24の形状は、渦巻きに限定されるものでなく、SiCフィルタ22の前方に配置した際、エンジン10からの排気ガスを通すものであれば、いかなる形状のものも使用することができる。なお、ヒータの種類は特に限定されないが、例えばシーズヒータ等を用いることができる。

【0032】ここで、排気ガス浄化用ハニカムフィルタ22を詳細に説明する。図5は、3つの排気ガス浄化装置の再生ユニット12-1、12-2、12-3のうち第一の再生ユニット12-1を示した模式断面図である。図5に示すように、排気ガス浄化用ハニカムフィルタ22は、ハニカム構造の多孔質炭化珪素(SiC)焼結体よりなる。かかるSiCハニカムフィルタ22には、その長手方向に平行に延びる複数の排気ガス流通孔23が形成されており、これら流通孔23はそのガス流入側および排出側のいずれか一端を多孔質炭化珪素焼結体の封止部材23aで交互に目封止されて市松模様を形成する。すなわち、多孔質炭化珪素焼結体よりなる排気ガス浄化用ハニカムフィルタ22は、ガス流入側端面およびガス排出側端面でセル壁厚 $d_c$ のを有するSiC交互目封止ハニカムフィルタである(図6参照)。

【0033】燃料添加剤を含有する燃料を使用すると、前述したように、排気ガス中に含まれる有害成分は減少しているが、完全に除去されるものではない。従って、排気ガス流通孔23の内壁表面に排気ガス浄化用触媒を担持させてこれら有害成分を除去するのが好ましい。排気ガス浄化用触媒としては、従来公知の種々の触媒を使用することができる。なお、SiC交互目封止ハニカムフィルタ22は、その外周面に設けた断熱材23bを介して排気ガス浄化装置のケーシング内に緊密に保持されている。

【0034】本発明にかかわるSiC交互目封止ハニカムフィルタ22は、単位平方インチ当りのセル数 $N_c$ が100個以上、セル壁厚 $d_c$ が0.43mm(=17mil)以下のセル構造Csを有するハニカム構造の多孔質炭化珪素焼結体よりなる。より好ましいセル構造Cs(mil/cpi)の数値として、具体的には、 $C_s = 14/200$ 、 $12/200$ 、 $12/300$ などが挙げられる。

【0035】ディーゼル自動車に採用した排気ガス浄化装置の再生システムの第二実施形態は、加熱手段24として抵抗加熱ヒータの代わりに図7に示すような予熱プラグ34を使用する以外第一実施形態と同じ構造を有する。予熱プラグ34としては、図7(a)および7(b)に示すような2種のプラグがある。図7(a)は、プラグ先端に取り付けた導電性セラミック35を加

熱部として用いるセラミック予熱プラグ34aであり、導電性セラミック35に通電することにより熱を発生する。また、図7(b)は、プラグ先端に取り付けた発熱コイル36を加熱部として用いる金属予熱プラグ34bであり、発熱コイル36に通電することにより熱を発生する。

【0036】また、図8は、セラミック予熱プラグ34aおよび金属予熱プラグ34bそれぞれの特性を比較した特性図である。この場合、速熱性はプラグ先端の加熱部表面温度が上がる速さを、また、サチレート温度は予熱プラグの表面温度が飽和した状態の温度、つまり、安定した温度で燃焼を行うことができる温度を示す。

【0037】図8から明らかなように、速熱性として、セラミック予熱プラグ34aにおいては、その先端表面温度が800(C)に到達する時間が3.5秒であるのに対し、金属予熱プラグ34bでは、5.5秒である。サチレート温度は、セラミック予熱プラグ34aが1100(C)であるのに対して、金属予熱プラグ34bが900(C)と低い。また、消費電力は、セラミック予熱プラグ34aが36Wであるのに対し、金属予熱プラグ34bでは55Wと高くなる。しかも、予熱プラグ34としての寿命も、走行距離に換算すると、セラミック予熱プラグ34aが約20万Km以上であるのに対して、金属予熱プラグ34bでは約10万kmである。

【0038】従って、セラミック予熱プラグ34aと金属予熱プラグ34bとを比較した場合、フィルタの加熱手段として使用する予熱プラグは、金属予熱プラグ34bに比べてセラミック予熱プラグ34aが有効である。

【0039】ここで図4、5を参照して本発明の実施形態の作用を説明する。なお、加熱手段24として、セラミック予熱プラグ34bを用いて説明するが、ヒータおよび金属予熱プラグを用いても同様な作用効果が得られる。

【0040】燃料添加剤を含有する軽油を用いたディーゼルエンジン10から排出される排気ガス $G_{in}$ を、該燃料添加剤の使用のため排気ガス中に含有するバキューレート量を軽減した状態でSiC交互目封止ハニカムフィルタ22に流入すると、排気ガス中に含まれるバキューレートが排気ガス流通孔23の表面で沝過される。これにより、SiC交互目封止ハニカムフィルタ22内を通過して浄化された排気ガス $G_{out}$ は、再び、排気通路11を介して車外に排出される。

【0041】しかしながら、ディーゼルエンジンを長時間にわたって運転すると、排気ガス中に含まれるバキューレートが各流通孔23の内壁面に徐々に堆積する。このため、ディーゼルエンジンの運転中、所定時間経過ごとに、SiCハニカムフィルタ22を加熱することにより排気ガス浄化装置を再生することが必要である。

【0042】車両走行中、3つの再生システム12-1、12-2、12-3の各流量調整弁26は対応する

フィルタ22に連通した非動作状態にあるので、排気ガスGinを排気ガス浄化装置22に通すと、該排気ガスGin中に含まれるパティキュレートがSiCハニカムフィルタ22で濾過され、該フィルタ22内の流通孔23の内壁面上に徐々に堆積する。

【0043】パティキュレートが所定量だけ捕捉されると、排気ガスGinが流通孔23を通過するのが困難になり、浄化装置20内部の温度が急激に上昇する。この温度上昇に伴い、浄化装置20内部の温度が所定の値に達すると、パティキュレートが排気ガスGinに含有される酸素と反応して焼却される。ところが、低速走行を多用する都市走行などでは、排気ガスの温度がパティキュレートの燃焼に必要なレベルまで上昇しないことがある。

【0044】そこで、本発明に係る再生システムでは、パティキュレートがある時間にわたって捕捉されると、3つの再生ユニット12-1、12-2、12-3のうち、例えば、再生ユニット12-1のみを動作させ、他の再生ユニット12-2、12-3は非動作状態を維持する。すなわち、コントロールユニット40からの指令によって、回路R1を介してセラミック予熱プラグ34aをONにし、これによりSiCハニカムフィルタ22のガス流入側側面を加熱すると共に、出力部48からの信号Vにより流量調整弁26の弁体26aを動作させてSiCハニカムフィルタ22のガス流出側の後方で該フィルタを通過した排気ガスの流れを絞る。このため、再生ユニット12-1内では、セラミック予熱プラグ34aにより加熱された排気ガスGinがSiCハニカムフィルタ22内を緩やかに通過し、この間にSiCハニカムフィルタ22に捕捉されたパティキュレートが、排気ガスに含有される酸素と反応して焼却される。

【0045】コントロールユニット40によりセラミック予熱プラグ34bおよび流量調整弁26のみを制御して再生ユニット12-1内のSiCハニカムフィルタ22を再生する間、排気ガスは残りの再生ユニット12-2、12-3によって浄化される。

【0046】再生ユニット12-1の再生終了後、残りの再生ユニット12-2、12-3をそれぞれ順次コントロールユニット40からの指令により上記と同様の方法で再生する。従って、車両の走行中に再生ユニット12-1、12-2、12-3の再生を個々に順次行うので、車両の運転を停止して、これら再生ユニットを再生する場合に比し、はるかに経済的である。

【0047】次に、SiCハニカムフィルタ22において排気ガス流通孔23の内壁表面に酸化触媒を担持したことによる効果を、詳細に説明する。

【0048】図9は、排気ガス浄化装置における排気ガス浄化用触媒として酸化触媒の有無による所定の圧力損失が生じるまでの時間周期を示すチャートである。図9(a)は酸化触媒を有しない排気ガス浄化装置を備えたディーゼルバスが市街地を通常の低速走行した場合で、

再生開始の目安となる40gのパティキュレートを捕捉したときに生じる圧力損失3000mmAqにおけるSiCフィルタ22の再生周期は2時間である。これに対し、図9(b)、(c)は、酸化触媒を有する排気ガス浄化装置を用いる場合で、圧力損失3000mmAqを基準にした再生周期は、図9(b)に示すような市街地などの低速走行では、4時間であり、図9(c)に示すような郊外や有料道路などの高速走行では、8時間である。

【0049】これらのチャートから明らかなように、SiCフィルタ22における排気ガス流通孔23の内壁表面に酸化触媒を担持させる場合、再生システムの操作周期を車両の走行時に遅くすることができるため、セラミック予熱プラグ34aおよび流量調整弁26の耐久性を向上させるのに有効である。なお、車両の走行モードは、通常低速および高速の混在したものであるため、再生システムの操作開始周期は、図9(b)、(c)から明らかなように、3〜4時間毎にすることが望ましい。

【0050】図10は、燃料添加剤を含有する軽油を使用して排気ガスの温度Tを徐々に上昇させた際の時間経過に伴う圧力損失(Pの変化を、本発明の排気ガス浄化装置に用いたSiC交互目封止ハニカムフィルタと、従来のコーゼライト交互目封止ハニカムフィルタと比較して示す。この場合、曲線Pcは17/100のセル構造Cs(mil/cpi)を有する従来のコーゼライト交互目封止ハニカムフィルタにおける圧力損失の変動を示し、曲線P1、P2およびP3は、それぞれ17/100、14/200および12/300のセル構造Cs(mil/cpi)を有するSiC交互目封止ハニカムフィルタにおける圧力損失の変動を示す。

【0051】まず、従来のコーゼライトフィルタを本発明に係るSiCフィルタと同一セル構造で比較する。従来のコーゼライトフィルタにおいて、排気ガス中に含まれるパティキュレートを該フィルタにより所定量捕捉すると、図10の曲線Pcで示すように、排気ガス中に含まれるパティキュレートの捕集による圧力損失の変動が約380(Cの排気ガス温度Tc、すなわち1750mmAq以上の圧力損失(Pで平衡状態になる。平衡状態で所定時間経過後、排気ガス温度Tcを所定のレベルまで上昇させてパティキュレートを燃焼すると、圧力損失が大きく減少する。この圧力損失の大きな変動Pcは運転時に不快なフィーリングをもたらす。特に、運転者がアクセルペダルを踏み込んで排気ガス温度Tを上昇させると、パティキュレートの急激な燃焼と共に圧力損失が急減少するため、運転者の予期せぬ状況でエンジン回転が上昇してしまう。

【0052】コーゼライトフィルタと同一のセル構造を有する本発明に係るSiC交互目封止ハニカムフィルタでは、パティキュレートを該フィルタによりコーゼライトフィルタと同じ量まで捕捉すると、図10の曲線

P1で示すように、圧力損失の変動が約380(Cの排気ガス温度T1、すなわち1250mmAqの圧力損失(Pで平衡状態になる。前記コーゼライトフィルタの場合と同様の方法で排気ガス温度T1を所定レベルまで上げてパティキュレートは燃焼させても、圧力損失の変動は小さく、運転時に不快なフィーリングをもたらすことはない。

【0053】次に、SiCフィルタのセル構造を17/100から14/200または12/300に変えた場合、同一量のパティキュレートを捕捉した際の圧力損失の変動は約380(Cの排気ガス温度Tで、約950mmAqまたは700mmAqの圧力損失(Pで平衡状態になる。すなわち、セル壁厚さが薄くなり、セル数が多くなるにつれて、平衡圧力損失の値が低くなり、圧力損失の変動が小さくなる。

【0054】図10から明らかなように、圧力損失の変動が平衡状態になった際に捕捉されたパティキュレートの量は上記フィルタのいずれにおいても同一で、フィルタのセル構造が細かくなるにつれて平衡圧力損失の値が小さくなる。また、排気ガス温度を上げてパティキュレートを燃焼させると、上記フィルタのすべてにおいて同一処理時間内で圧力損失がほぼ同一レベルまで戻る。さらに、圧力損失のレベルが低くなるにつれて、圧力損失の変動が小さくなる。これらのことから、燃費を向上させるためには、排気ガス浄化用ハニカムフィルタとして低レベルの圧力損失を有するフィルタを用いるのが好ましい。

【0055】図11は、従来のコーゼライトフィルタおよび本発明に係るSiCフィルタにおけるセル壁中の気孔径分布を示す。この場合、実線AはSiCフィルタのセル壁に対応するもので、一点鎖線Bは従来のコーゼライトフィルタのセル壁に対応するものである。図11から明らかなように、コーゼライトフィルタは気孔径の小さい側と大きい側との2箇所が存在率のピークを有し、SiCフィルタは存在率として単一のシャープなピークを有する。これは、SiCフィルタがほぼ均一な気孔径を有する構造であるのに対し、コーゼライトフィルタが均一でない気孔径分布を有する構造であることを示す。

【0056】SiCフィルタにおけるセル壁の内部構造を図12(a)に示し、従来のコーゼライトフィルタにおけるセル壁の内部構造を図12(b)に示す。図13(a)から明らかなように、ほぼ均一な気孔径を有する気孔hがSiCフィルタのセル壁内で互いに連通し、排気ガス等の流体を通し易い。従来のコーゼライトフィルタにおいては、図13(b)に示すように、種々の気孔径を有する気孔hがセル壁内で互いに連通する一方、径寸法のより小さな気孔hcがその中に独立して存在する。

【0057】従来のコーゼライト交互目封止ハニカム

フィルタの場合、パティキュレートがセル壁上にまだ堆積していない状態では、該セル壁内で相互に連通した気孔が前述した式(1)の(P3の低下に寄与し、あらゆる流速Vaで初期圧力損失(Piを小さくする。しかし、排気ガスが該フィルタ中を徐々に通過するにつれて、該排気ガス中に含まれるパティキュレートが、セル壁の表面近くで大きな気孔径を有する気孔が存在する該セル壁の表面部分に集中的に堆積してかかる表面部分を覆うので、セル壁の表面近くで比較的小さな気孔径を有する気孔が圧力損失の低下に寄与するけれども、パティキュレートで覆われた径の大きな気孔部分の排気ガスの通過が妨げられて圧力損失が急激に増加する。

【0058】これに対し、コーゼライトフィルタと同一のセル構造を有する本発明に係るSiC交互目封止ハニカムフィルタの場合、初期圧力損失(Piはコーゼライトフィルタと同等である。しかし、セル壁中で相互連通した気孔の寸法がほぼ一定で、気孔径分布が均一なため、排気ガスを該フィルタに通す際、該排気ガス中に含まれるパティキュレートがセル壁の全面にわたって均等に堆積するので、コーゼライトフィルタにおけるような急激な圧力損失の増加を生じない。また、圧力損失の値もコーゼライトフィルタのものより低くなる。

【0059】図13に、一辺が33mm、長さが150mmで、17/100、14/200または12/300のセル構造Cs(mil/cpi)を有するSiC交互目封止ハニカムフィルタにおける初期圧力損失(Pi(mmAq)と20(Cの温度でのエア流速Va(m/sec)との関係を示す。図13から明らかなように、初期圧力損失はフィルタに供給されるエア流速に比例する。また、初期圧力損失の値は、セル数が大きく、セル壁厚さが薄くなるにつれて低下する。換言すれば、初期圧力損失の値が低くなるにつれて、フィルタ中のエアの通過が一層容易になる。これは、図10に示す結果に当てはまる。すなわち、初期圧力損失の値が低くなるにつれて、圧力損失の変動が小さくなる。

【0060】図14に、排気ガスに含まれるパティキュレートを14/200のセル構造Cs(mil/cpi)を有するSiC交互目封止ハニカムフィルタにより捕捉する際の該フィルタの直径(の圧力損失(Pに及ぼす影響を時間の経過で示す。この場合、曲線P4はフィルタ直径(が144mmの場合、曲線P5はフィルタ直径(が165mmの場合、曲線P6はフィルタ直径(が190mmの場合を示す。図14から明らかなように、フィルタの容積が大きくなると、圧力損失およびその変動を小さくすることができる。

【0061】前述したように、フィルタの総体積は使用する内燃機関の総排気量により決まる。本発明においては、フィルタのセル構造が同一の場合、フィルタの総体積を内燃機関の総排気量の1/4-2倍に設定するのが好ましい。総体積が総排気量の1/4倍未満の場合、図

14から明らかなように、圧力損失(Pが大きくなりすぎて燃費の悪化が著しい。他方、総体積が総排気量の2倍を超えると、圧力損失を小さくすることができるが、フィルタを含む排気ガス浄化装置の総体積が大きくなりすぎ、かかる装置を内燃機関の排気通路内に配置することができない。

【0062】図15は、所定量(10g/L)のパティキュレートにSiC交互目封止ハニカムフィルタで捕捉後、該フィルタの再生率を80%以上にするための排気ガス中の酸素濃度(%)とパティキュレート燃焼温度(°C)との関係を示すグラフである。この場合、SiCフィルタはセル構造Cs(mil/cpi)=14/200を有し、排気ガスの代替品として種々の酸素濃度を有する再生ガスを150°Cの温度でかつ2.5m/secの流速で導入してパティキュレートの燃焼によるフィルタの再生率を調査したものである。ここで、再生率とは再生ガス導入後のフィルタ重量の再生ガス導入前のフィルタ重量に対する比率×100(%)である。

【0063】図15において、曲線aの斜線領域は、燃料添加剤を含有する軽油をディーゼルエンジンに用いた場合のSiCフィルタに堆積したパティキュレートを予熱プラグ34により燃焼した際のフィルタの再生率が80(%)以上の領域であり、曲線bの斜線領域は、燃料添加剤を含有しない軽油のみをディーゼルエンジンに用いた場合のSiCフィルタに堆積したパティキュレートをヒータにより燃焼した際のフィルタの再生率が80(%)以上の領域である。

【0064】図15の曲線bから明らかなように、従来技術のように軽油のみを使用する場合、80%以上のSiCフィルタ再生率を達成するためには、排気ガス中の酸素濃度は少なくとも15%以上を必要とし、またパティキュレートを燃焼するためにヒータによりフィルタを約650°C以上に加熱する必要がある。これに対し、図15の曲線aから明らかなように、本発明においては、燃料添加剤を含有する軽油を用いるので、80%以上のSiCフィルタ再生率を達成するためには、パティキュレートの燃焼温度が少なくとも150°Cであればよく、また排気ガス中の酸素濃度も3%という低い値でも予熱プラグまたはヒータの使用により曲線bに比し著しく低い温度でフィルタを加熱すれば十分である。

【0065】なお、図4に示した実施形態によれば、フィルタの体積を増大させることなくフィルタを従来寸法のみで利用することができるので、図示例の排気ガス浄化装置の再生システムは、特に排気量の大きな車両、例えば、12リッタークラスのバス、トラックに有効である。但し、図示例は3個の再生ユニットよりなる分岐構造で説明したが、図16(a)に示すように排気通路11間に2個の再生ユニットを並列に配した分岐構造や、図16(b)に示すように排気通路11間に単独の再生ユニットが介在する構造であってもよい。

【0066】図16(a)の二分岐構造は、例えば7リッタークラスのトラックに用いられ、その再生システムの制御は、上述した三分岐構造と同様の方法で行うことができる。すなわち、コントロールユニット(図示せず)からの指令により個々の流量調整弁26および予熱プラグ34を制御することにより、流量調整弁26を開放した一方の再生ユニット内のフィルタで排気ガスを浄化する間、流量調整弁26を閉じた他方の再生ユニット内のフィルタを予熱プラグ34により加熱して該フィルタを再生するものである。

【0067】また図16(b)の単独構造は、例えば、3リッタークラスの乗用車に用いられ、その再生システムの制御は、排気ガスの浄化と再生とが同時に行われる構造であるため、流量調整弁を用いることなく、予熱プラグ34のON、OFFのみで行われる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】従来の排気ガス浄化用交互目封止コーゼライトハニカムフィルタを示す模式断面図である。

【図2】フィルタのセル構造と、代表的な諸元、幾何学的表面積および開口率の関係を示すグラフである。

【図3】従来の排気ガス浄化用交互目封止コーゼライトハニカムフィルタにおいて燃料添加剤の有無を考慮した場合に生じる圧力損失を、該フィルタ内の温度と時間の関数で示したグラフである。

【図4】本発明の排気ガス浄化装置の再生システムの第一実施形態を示すブロック図である。

【図5】図4に示した本発明の再生システムの要部断面図である。

【図6】(a)は、本発明の排気ガス浄化用SiC交互目封止ハニカムフィルタを示した斜視図である。(b)は、図6(a)に示したSiC交互目封止ハニカムフィルタの部分正面図である。

【図7】(a)は、加熱手段として用いたセラミック予熱プラグの一部断面で示す線図である。(b)は、加熱手段として用いた金属予熱プラグの一部断面で示す線図である。

【図8】セラミック予熱プラグおよび金属予熱プラグそれぞれの特性を比較した特性図である。

【図9】排気ガス浄化装置における排気ガス浄化用触媒の有無により所定圧力損失が生じるまでの時間周期を示すチャートである。

【図10】燃料添加剤を含有する軽油を使用した場合のSiC交互目封止ハニカムフィルタに生じる圧力損失と、コーゼライト交互目封止フィルタに生じる圧力損失とを比較したグラフである。

【図11】従来のコーゼライトフィルタおよび本発明に係るSiCフィルタにおけるセル壁中の気孔径分布を示すグラフである。

【図12】(a)は、本発明に係るSiCフィルタにおけるセル壁の内部構造を示した模式断面図である。

(b) は、従来のコーゼライトフィルタにおけるセル壁の内部構造を示した模式断面図である。

【図13】 SiC交互目封止ハニカムフィルタにおける初期圧力損失とエア流速との関係を示すグラフである。

【図14】 燃料添加剤含有軽油を使用した場合のSiC交互目封止ハニカムフィルタの直径 $\phi$ の圧力損失に及ぼす影響を示すグラフである。

【図15】 本発明と従来技術とを比較し、80%以上のフィルタ再生率を達成するための排気ガス中の酸素濃度とパーティキュレート濃度の燃焼温度との関係を示すグラフである。

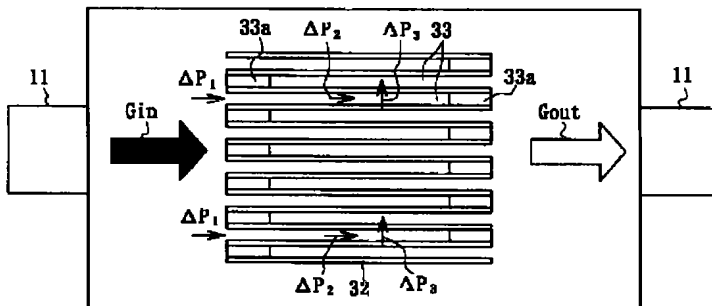
【図16】 (a) は、本発明に係る再生システムの別の実施形態を示した模式図である。(b) は、本発明に係る再生システムの他の実施形態を示した模式図である。

【符号の説明】

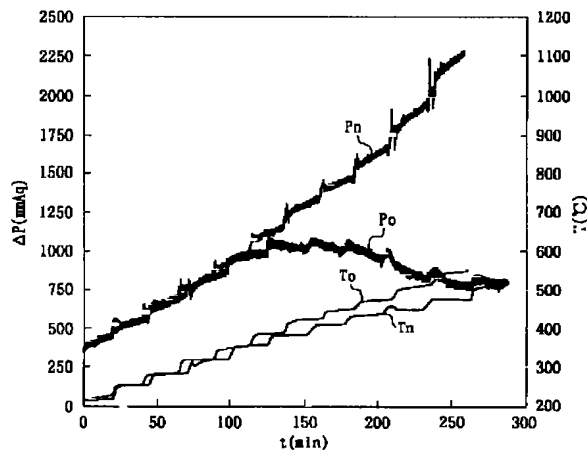
- 11 排気通路  
20 排気ガス浄化装置

- 22 SiC交互目封止ハニカムフィルタ  
23 排気ガス流通孔  
23a 封止部材  
23b 断熱材  
24 加熱手段  
34a セラミック予熱プラグ  
34b 金属予熱プラグ  
32 コーゼライト交互目封止ハニカムフィルタ  
33 排気ガス流通孔  
33a 封止部材  
35 導電性セラミック  
36 発熱コイル  
40 コントロールユニット  
42 入力部  
44 CPU  
46 ヒータ動作制御部  
48 出力部

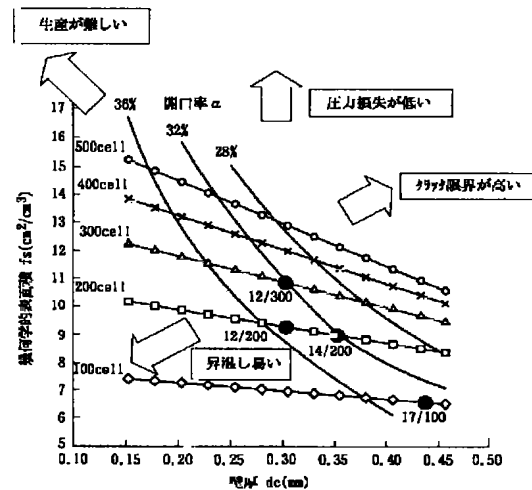
【図1】



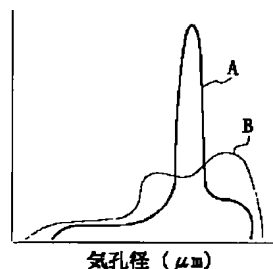
【図3】



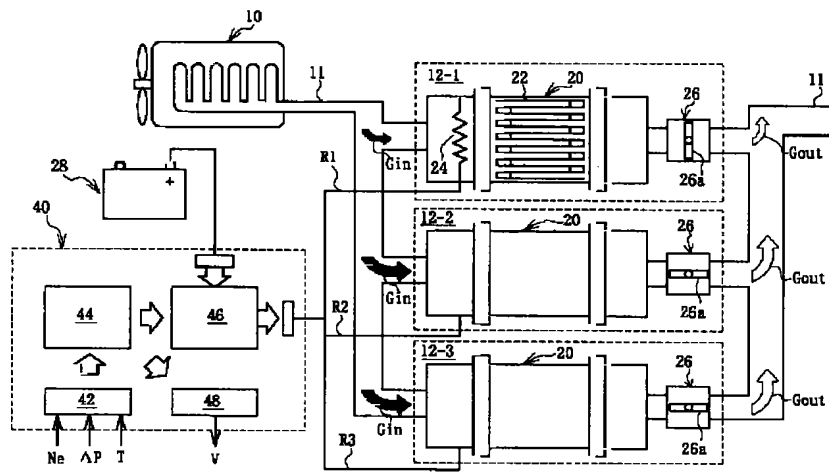
【図2】



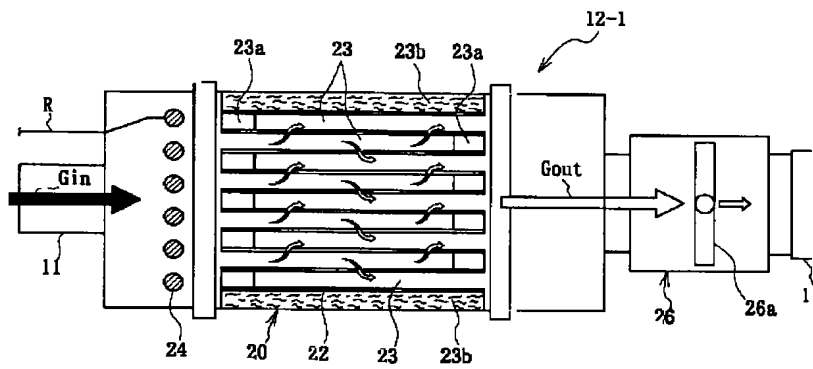
【図11】



【図4】



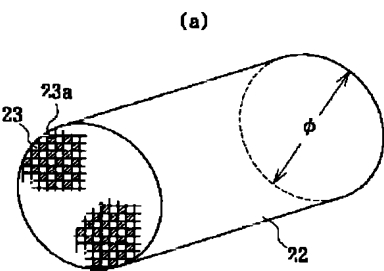
【図5】



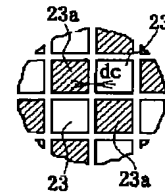
【図8】

特 性	セラミック GP	金属 GP
速 熱 性 800℃ 到達時間 (秒)	3.5秒	5.5秒
耐 熱 温 度 (℃)	1100℃	900℃
消費電力 (W)	35W	55W
寿 命	20万Km以上	約10万Km

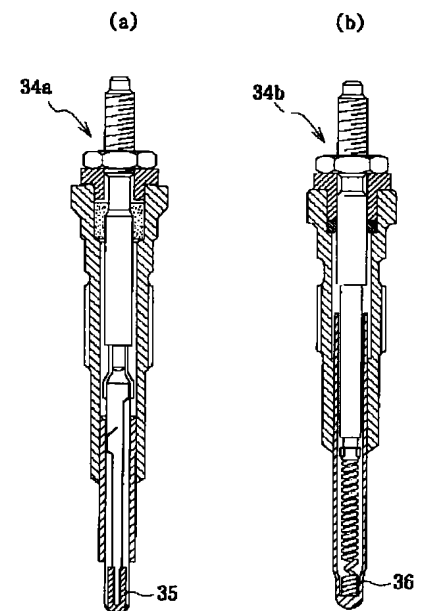
【図6】



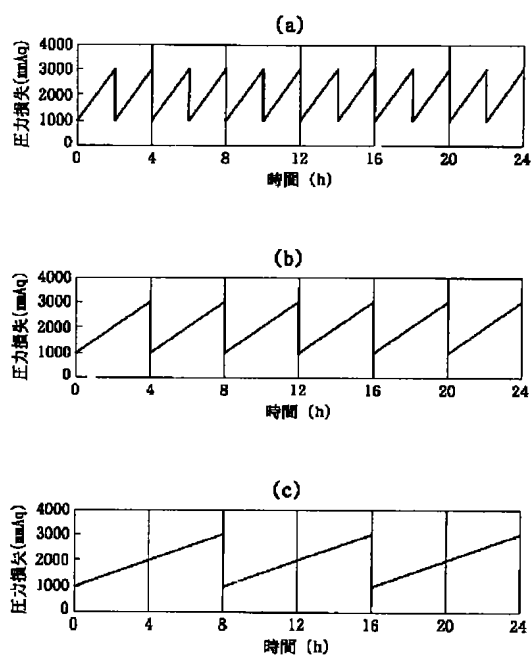
(b)



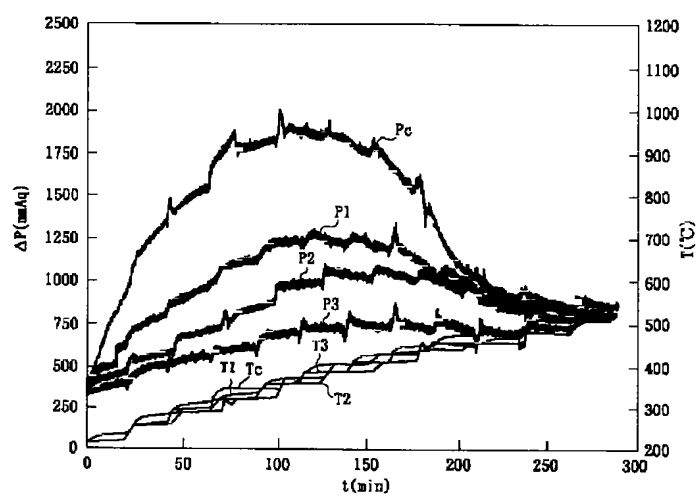
【図7】



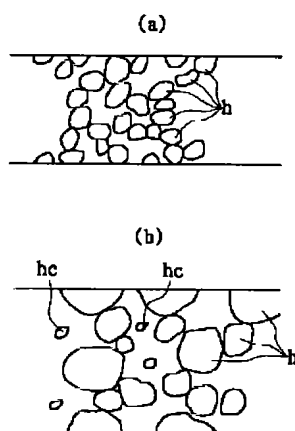
【図9】



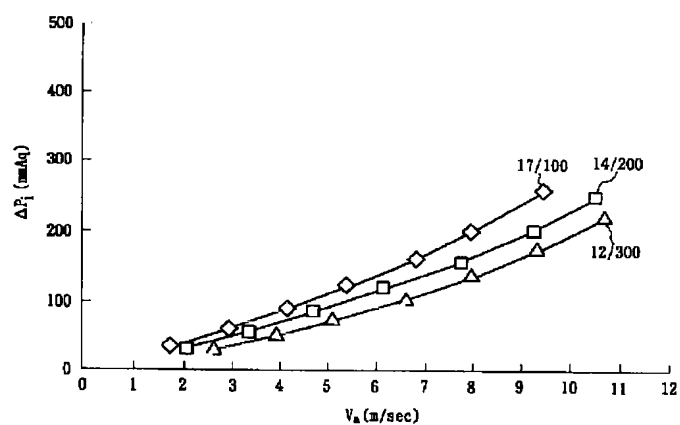
【図10】



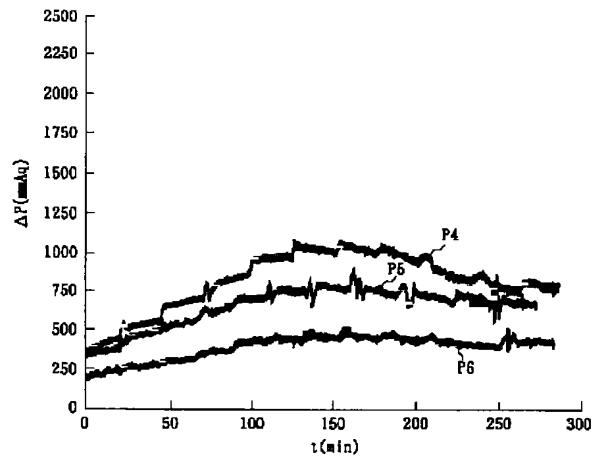
【図12】



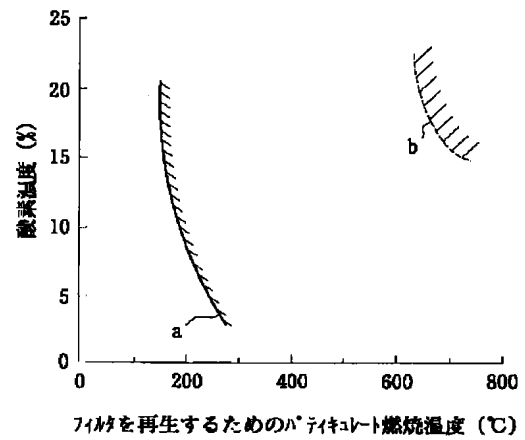
【図13】



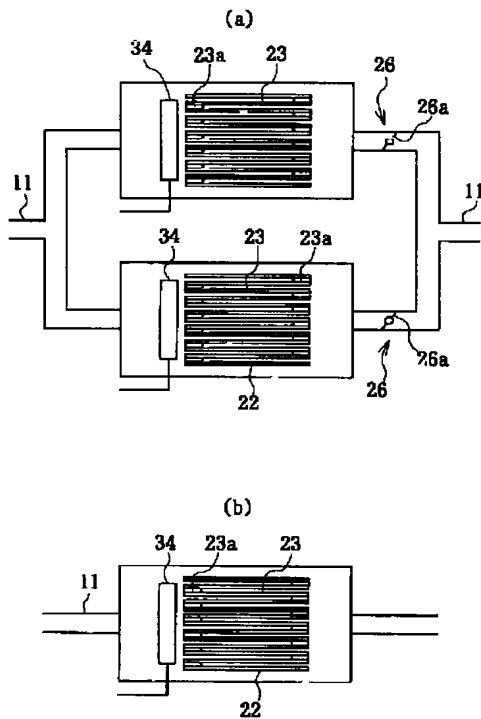
【図14】



【図15】



【図16】



フロントページの続き

(72)発明者 田岡 紀之  
岐阜県揖斐郡揖斐川町北方1の1 イビデ  
ン株式会社大垣北工場内

(72)発明者 洪 性泰  
岐阜県揖斐郡揖斐川町北方1の1 イビデ  
ン株式会社大垣北工場内

(72)発明者 小森 照夫  
岐阜県揖斐郡揖斐川町北方1の1 イビデ  
ン株式会社大垣北工場内